

Appl. No.: 10/621348  
Filed: 7/18/03  
Inventor: Susumu Yasuda  
Attent: Unsigned

CT017409

VS  
%

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 7月11日  
Date of Application:

出願番号 特願2003-195728  
Application Number:

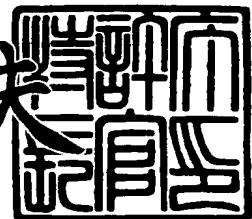
[ST. 10/C] : [JP 2003-195728]

出願人 キヤノン株式会社  
Applicant(s):

2003年 8月 5日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願  
【整理番号】 255779  
【提出日】 平成15年 7月11日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 G02B 26/10  
【発明の名称】 マイクロ可動体  
【請求項の数】 13  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社  
内  
【氏名】 安田 進  
【特許出願人】  
【識別番号】 000001007  
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
【氏名又は名称】 キヤノン株式会社  
【代表者】 御手洗 富士夫  
【代理人】  
【識別番号】 100090538  
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社  
内  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 西山 恵三  
【電話番号】 03-3758-2111

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100096965

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会  
社内

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 内尾 裕一

【電話番号】 03-3758-2111

## 【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-211262

【出願日】 平成14年 7月19日

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011224

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9908388

## 【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 マイクロ可動体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 面を有する可動板と、前記可動板を支持部材で支持するためのトーションバーと、前記支持部材とを有するマイクロ可動体であって、前記トーションバーと、前記支持部材とを有するマイクロ可動体であって、

前記トーションバーの長尺方向に交差する方向に配置され、且つ貫通孔領域を経て前記支持部材と前記可動板とを実質的に連結させる連結部材を有することを特徴とするマイクロ可動体。

【請求項 2】 前記可動板の両側に前記トーションバーが設けられており、且つ前記連結部材は前記トーションバー上に配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載のマイクロ可動体。

【請求項 3】 前記トーションバーは 1 本のみであり、前記可動体の片側に前記 1 本のトーションバーが設けられ、前記連結部材は前記トーションバー上に配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載のマイクロ可動体。

【請求項 4】 前記トーションバーは 1 本のみであり、前記可動体の片側に前記 1 本のトーションバーが設けられ、前記可動体には反対側に前記支持部材とは離間している突起部が設けられており、前記連結部材は前記突起部上に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載のマイクロ可動体。

【請求項 5】 前記面の面内方向に垂直な方向における前記トーションバーの断面において、前記連結部材の長尺方向に沿った方向における前記断面の幅は、前記長尺方向に垂直な方向における前記断面の幅よりも狭いことを特徴とする請求項 1 に記載のマイクロ可動体。

【請求項 6】 前記固定部材と、前記トーションバーと、前記可動体とが、一体の材料から作成されていることを特徴とする請求項 1 から 5 に記載のマイクロ可動体。

【請求項 7】 前記連結部材の材料は、前記固定部材あるいは前記トーションバーあるいは前記可動板の少なくとも何れか 1 つの材料とは異なる材料であることを特徴とする請求項 1 に記載のマイクロ可動体。

**【請求項8】** 請求項1に記載の前記マイクロ可動体を有し、前記可動板に光反射手段を設けていることを特徴とする光偏向器。

**【請求項9】** 請求項8に記載の前記光偏向器と、光源を有し、前記光源から発した光を前記光反射手段によって反射させ走査することを特徴とする画像形成装置。

**【請求項10】** 請求項8に記載の前記光偏向器と、別の光偏向器と光源を有し、請求項8に記載の前記光偏向器は前記光源から発した光を前記光反射手段によって水平方向に走査させる光偏向器であり、且つ前記別の光偏向器は前記光を垂直方向に走査させる光偏向器であることを特徴とする画像形成装置。

**【請求項11】** 前記画像形成装置は光走査型ディスプレイであることを特徴とする請求項9に記載の画像形成装置。

**【請求項12】** 請求項9に記載の画像形成装置と前記走査した光を受光する感光体とを有することを特徴とする電子写真方式の画像形成装置。

**【請求項13】** 請求項1に記載の前記マイクロ可動体を有し、前記支持部材と前記可動板との相対位置変位を検出する検出手段とを有することを特徴とする力学量センサ。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明はマイクロマシンに関する。特に可動する板を有するマイクロ可動体に関する。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

機械要素を小型化しようとすると、体積力よりも、表面力の占める割合が大きくなり、摩擦の影響が通常の大きさの機械よりも大きくなることは良く知られている。そのため、マイクロマシンの設計においては、摺動部や回転部を極力少なくするように考慮するのが一般的である。

##### 【0003】

図16は、米国特許第4317611号に開示された光偏向器の斜視図を示し

ている。図17は、内部構造を説明するために、上記光偏向器を分解して表示した図である。また、図18と図19は、それぞれ、図16の1003と1006におけるシリコン薄板1020の断面図を示している。

#### 【0004】

絶縁性材料からなる基板1010には、凹み部1012が形成されている。凹み部1012の底部には一対の駆動電極1014、1016および、ミラー支持部1032が配置されている。シリコン薄板1020には、トーションバー1022、1024と、ミラー1030が、一体に形成されている。ミラー1030は、表面に光の反射率の高い物質がコーティングされており、トーションバー1022、1024により揺動自由に支持されている。そして、シリコン薄板1020は、駆動電極1014、1016と所定の間隔を保つように対向配置されている。

#### 【0005】

シリコン薄板1020は、電気的に接地されている。そして、駆動電極1014、1016に交互に電圧を印加することで、ミラー1030に静電引力を作用させて、トーションバー1022、1024の長軸の周りに揺動させることができる。

#### 【0006】

ここで、このミラー1030の支持剛性について本発明者は考えた。支持剛性には、トーションバー1022、1024の軸回りのねじり剛性  $k_{\theta}$  と、x、y 方向のたわみ剛性  $k_x$ 、 $k_y$  がある。x、y 方向、そして更にねじり方向については図22にその方向を示す。即ちねじり方向については図22(a)の矢印が示す方向、y 方向については図22(b)の矢印が示す方向、そして x 方向については図22(c)の矢印が示す方向である。ねじり剛性とは、トーションバーを単位角度ねじるのに必要なトルク、たわみ剛性とは、トーションバーを軸に垂直な方向に単位長さ変位させるのに必要な力のことである。揺動体(可動体)の揺動方向の動きのみが必要とされ、撓み方向へはできるだけ動いてほしくない場合、たわみ剛性は高く、ねじり剛性は低いほうが望ましい。

#### 【0007】

簡単のために、トーションバーのねじり軸に垂直な断面形状が長辺 a、短辺 b の長方形であるとする。このトーションバーのねじり剛性  $k_\theta$ 、最大許容ねじり角  $\theta_{max}$ 、X 方向 Y 方向のたわみ剛性  $k_x$ 、 $k_y$  は、それぞれ、

## 【外 1】

$$k_\theta = 2 \times \frac{GJ}{l} = 2 \times \beta (a/b) \frac{Gab^3}{l} \quad (1)$$

$$\theta_{max} = \frac{\alpha (a/b) l \tau_{max}}{\beta (a/b) b G} \quad (2)$$

$$k_x = 2 \times \frac{192EI_x}{l^3} = \frac{32Ea^3b}{l^3} \quad (3)$$

$$k_y = 2 \times \frac{192EI_y}{l^3} = \frac{32Eab^3}{l^3} \quad (4)$$

$$J = \beta ab^3$$

$$I_x = \frac{ab^3}{12}$$

$$I_y = \frac{a^3b}{12}$$

$$a > b$$

## 【0008】

で与えられる。ただし、

E : トーションバーの材料の横弾性係数（ヤング率）

G : トーションバーの材料の縦弾性係数

$\tau_{max}$  : トーションバーの材料の強さ

a, b : トーションバー断面の辺の長さ

l : トーションバー長さ

J : トーションバーの断面二次モーメント

$I_x$  : トーションバーの x 方向断面二次モーメント

$I_y$  : トーションバーの y 方向断面二次モーメント

である。

## 【0009】

また、 $\alpha$ 、 $\beta$ は表1で与えられる係数である。

## 【0010】

## 【表1】

表1

a/b	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	6.0	8.0	10.0	$\infty$
$\alpha$	0.208	0.231	0.246	0.258	0.267	0.282	0.299	0.309	0.313	0.333
$\beta$	0.141	0.196	0.229	0.249	0.263	0.281	0.299	0.309	0.313	0.333
$\alpha/\beta$	1.48	1.18	1.07	1.04	1.02	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

## 【0011】

図20は、特開平6-82711号公報に開示された走査ミラーの駆動装置を説明する図である。3010は走査ミラーで、長方形の平板状をなしたガラス板3011の一方面にアルミ等を蒸着して光を反射できる鏡面部3012が形成され、他方面にSmCo（サマリウムコバルト）等の希土類系の永久磁石3013がスパッタリング等により薄膜状に形成されている。そして、ステンレスやベリリウム銅等の金属製の薄板により短冊状に形成されたトーションバー3014が、その一端部を鏡面部3012の長手方向の両端部中央にそれぞれ固着支持されるとともに、他端部を装置本体（図示せず）に固着されており、走査ミラー3010は、2つのトーションバー3014がねじられることによってその駆動軸3015を中心として角変位可能なようになっている。また、永久磁石3013は、駆動軸3015の両側が異極になるよう着磁されている。

## 【0012】

3020は磁気発生部で、コイル3021がコイル枠3022に巻回され、走査ミラー3010の駆動軸3015に直交する方向をコイル3021の巻回軸とともに永久磁石3013が形成された走査ミラー3010の他方面側に所定の距離を隔てて配設されている。

## 【0013】

このものの動作は、コイル3021を通電して、磁気発生部3020から発生する磁気により、図21に示すような磁極になるよう励磁すると、永久磁石3013の磁極との間で吸引力及び反発力が働き、走査ミラー3010はトーション

バー3014がねじられることによって、図1に示す駆動軸3015を中心として矢示のように、磁気発生部3020から発生する磁気に応じて任意の角度に角変位するよう駆動されるものとなる。

#### 【0014】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかし、これらマイクロ可動体に次のような問題点があることに本発明者は気づいた。

1. 述のマイクロ可動体において、トーションバーの許容ねじり角を大きくするために断面二次極モーメントJを小さくしようとすると、トーションバーのたわみ剛性k<sub>x</sub>あるいはk<sub>y</sub>が低下し、その結果外部の振動の影響を受けやすくなる。
2. また、許容ねじり角を大きくするために、トーションバーの長さlを長くしようとすると、やはり、トーションバーのたわみ剛性k<sub>x</sub>あるいはk<sub>y</sub>が低下し、その結果外部の振動の影響を受けやすくなる。

#### 【0015】

本発明は、トーションバーのたわみ剛性を高くさせることでねじり以外の運動による軸ぶれ等を軽減させ、かつ、許容ねじり角を大きくすることで変位角が大きくなるマイクロ可動板を提供することを目的とする。

#### 【0016】

通常はたわみ剛性を高くすると、許容ねじり角が小さくなるが、本発明は連結部材により、許容ねじり角を保ったままたわみ剛性も大きくさせることができる。

#### 【0017】

なお、外部の振動の影響による軸ぶれは画像形成装置における画像の乱れになるが本発明によりそのような課題も解決できる。

#### 【0018】

また、たわみ剛性が小さいと落下等のショックにより壊れ易いが本発明によりそのような課題も解決できる。

#### 【0019】

##### 【課題を解決するための手段】

よって本発明は、

面を有する可動板と、前記可動板を支持部材で支持するためのトーションバーと、前記支持部材とを有するマイクロ可動体であって、

前記トーションバーの長尺方向に交差する方向に配置され、且つ貫通孔領域を経て前記支持部材と前記可動板とを実質的に連結させる連結部材を有することを特徴とするマイクロ可動体を提供する。

#### 【0020】

##### 【発明の実施の形態】

本実施の形態に係るマイクロ可動体は、面を有する可動板と、トーションバーと、支持部材とを有するマイクロ可動体であって、支持部材と可動板とを実質的に連結させる連結部材を有することを特徴とする。

#### 【0021】

図14は、本実施形態に係るマイクロ可動体を模式的に表す上面図である。図14において、902と904はトーションバー、909は支持部材である外枠、922と924は連結部材、930は面を有する可動板である揺動部である。揺動部930は、図示されるように面を有しており、またその両側が一直線上に配置された2本のトーションバー902と904によって支持されている。また、2本のトーションバー902と904のそれぞれの他端は外枠909に結合されており、結果として揺動部930は外枠909に揺動自在に支持されている。

#### 【0022】

このマイクロ可動体は実質的にトーションバーと外枠と揺動部とが面一である。あるいはこれら各構成要素が実質的に板状であるといつても良い。

#### 【0023】

また外枠909と揺動部との間は図中白抜きで表現されているように貫通している。この貫通領域を貫通孔領域といつても良い。この貫通孔領域において、揺動部930はトーションバー902、904によって外枠909に支持されている。

#### 【0024】

そしてこれら揺動部930、2本のトーションバー902と904、外枠90

9は、例えばシリコン単結晶等の部材をエッチングすることで一体に作成することができる。

#### 【0025】

この揺動部930の面の面積は非常に小さく、数mm<sup>2</sup>程度である。例えば長辺が1.5mm程度、短辺が1mm程度である。

#### 【0026】

また、連結部材922と924は、それぞれトーションバー902と904上に設けられており、外枠909にまで及んで設けられている。

#### 【0027】

また連結部材922、924はそれが設けられているトーションバー902、904の両側の外枠909に設けられている。

#### 【0028】

つまり連結部材922はトーションバー902をまたいで（交差して）トーションバー902両側に位置する外枠909にまで延在しており、トーションバー902と外枠909とを連結しているということが出来る。同様に連結部材924はトーションバー904をまたいで（交差して）トーションバー904両側に位置する外枠909にまで延在しており、トーションバー904と外枠909とを連結しているということが出来る。

#### 【0029】

また連結部材922、924はトーションバー902、904において揺動部930に近い部位上に配置されている。

#### 【0030】

本実施形態の場合、連結部材922と924は、比較的柔軟性の高い材料を用いることが出来る。例えば有機材料より具体的にはポリイミド等である。この連結部材922と924は、フォトリソグラフィ技術で適切な形状にパターン化して不要部分を除去して作成されたものであったり、既に形状が決まっている連結部材を後から接着等をすることで配置しても良い。なお本実施形態においてこの連結部材922、924は帯状である。図15は、図14中の切断線990における断面模式図である。図15において、(a)は、トーションバーが中立状態

(ねじっていない状態)、(b)は、トーションバーがねじれている状態を示している。

### 【0031】

本実施形態における連結部材922と924は、トーションバー902と904の平面内方向、特にトーションバーの長尺方向に沿った方向？（沿った方向に交差する方向？）のたわみを制限し、特にトーションバー先端部、即ちトーションバーにおいて揺動部930により近い側のたわみ剛性を高めることである。

### 【0032】

また、これらの連結部材は、トーションバーのねじり方向の動きをあまり妨げないものを用いる。そのようにすることで、図21(b)に示すように、トーションバーがねじれても、連結部材があまり伸び縮みすることができない。

### 【0033】

次に連結部材を設けることによる効果について具体的な数値を用いて説明する。

### 【0034】

例えばトーションバーの断面（トーションバーの長尺方向に直交する方向におけるトーションバーの断面）が一辺 $100\mu\text{m}$ の正方形で、長さが $1000\mu\text{m}$ だとして、連結部材を設けない場合を想定すると、 $k_{\theta 1}$ 、 $\theta_{\max 1}$ 、 $k_{x1}$ 、 $k_{y1}$ は、それぞれ、

### 【外2】

$$k_{\theta 1} = 2 \times 0.141G \frac{a^4}{l_1} = 2 \times 0.141 \times 80 \times 10^9 \times \frac{(100 \times 10^{-6})^4}{1000 \times 10^{-6}} = 2.26 \times 10^{-3} [\text{Nm/rad}]$$

$$\theta_{\max 1} = 1.475 \frac{\tau_{\max}}{G} \frac{l_1}{a} = 1.475 \times \frac{1000 \times 10^6 \times 1000 \times 10^{-6}}{80 \times 10^9 \times 100 \times 10^{-6}} = 0.184 [\text{rad}] = 10.6 [\text{deg}]$$

$$k_{x1} = k_{y1} = 2 \times \frac{Ea^4}{4l_1^3} = 2 \times \frac{170 \times 10^9 \times (100 \times 10^{-6})^4}{4(1000 \times 10^{-6})^3} = 8.50 \times 10^3 [\text{N/m}]$$

### 【0035】

ここで、 $\tau_{\max} = 1000 \text{ MPa}$ 、 $E = 170 \text{ GPa}$ 、 $G = 80 \text{ GPa}$ とし

た。

### 【0036】

これに対して本実施の形態のように連結部材を設けた場合、まず断面形状が正方形である場合連結部材を設けることでたわみ、特にY方向（可動板面内方向におけるトーションバー長尺方向と直交する方向）のたわみが改善される。

### 【0037】

更にトーションバーの断面形状を更に長方形形状とすると可動板の変位を大きくすることが出来る。例えば長辺 $120\mu\text{m}$ 、短辺 $12\mu\text{m}$ の長方形として連結部材が設けられている場合について説明する。

### 【0038】

上記と同じ $k\theta$ を実現するトーションバーの長さ $l_2$ は、

### 【外3】

$$l_2 = 2 \times 0.313 \times 80 \times 10^9 \times \frac{12 \times 10^{-6} \times (120 \times 10^{-6})^3}{2.26 \times 10^{-3}} = 4.59 \times 10^{-4} [\text{m}]$$

### 【0039】

でよい。

### 【0040】

このとき、

### 【外4】

$$\theta_{\max 2} = \frac{\tau_{\max}}{G} \frac{l_2}{a_2} = \frac{1000 \times 10^9}{80 \times 10^9} \times \frac{459 \times 10^{-6}}{12 \times 10^{-6}} = 0.478 [\text{rad}] = 27.4 [\text{deg}]$$

$$k_{xz} = 2 \times \frac{Ea_2 b_2^3}{4l_2^3} = 2 \times \frac{170 \times 10^9 \times (120 \times 10^{-6}) \times (12 \times 10^{-6})^3}{4 \times (459 \times 10^{-6})^3} = 182 [\text{N/m}]$$

$$k_{yz} = 2 \times \frac{Ea_2^3 b_2}{4l_2^3} = 2 \times \frac{170 \times 10^9 \times (120 \times 10^{-6})^3 \times (12 \times 10^{-6})}{4 \times (459 \times 10^{-6})^3} = 1.82 \times 10^4 [\text{N/m}]$$

### 【0041】

また、連結部材による剛性 $k_s$ は、

## 【外5】

$$k_s = 4 \times \frac{E_s A_s}{l_s} = 4 \times \frac{3.5 \times 10^9 \times 200 \times 10^{-12}}{200 \times 10^{-6}} = 1.40 \times 10^4 [\text{N/m}]$$

## 【0042】

である。ただし、 $E_s = 3.5 \text{ GPa}$ 、 $A_s = 2 \text{ E-6 [m]} \times 100 \text{ E-6 [m]}$ 、 $l_s = 200 \text{ E-6 [m]}$ とした。

## 【0043】

よって、断面形状が長方形であり且つ連結部材が設けられている場合のトーションバーの  $x$  方向のトータルの剛性  $k_x'$  は、

## 【外6】

$$k_x' = 182 + 1.40 \times 10^4 = 1.42 \times 10^4 [\text{N/m}]$$

## 【0044】

となる。以上をまとめると、表2になる。

## 【0045】

## 【表2】

表2

	$k_\theta$	$l$ [m]	$\theta_{\max}$ [deg]	$k_x$ [N/m]	$k_y$ [N/m]
正方形断面	2.26E-3	1000	10.6	8.5E3	8.5E3
本発明	2.26E-3	459	27.4	1.42E4	1.82E4

## 【0046】

以上のように、本実施形態のマイクロ可動体は、連結部材を設けることでトーションバー先端の剛性を大きくすることができ、かつ、許容ねじり角を大きくすることができる。また更にトーションバーの全長（長尺方向の長さ）を短くすることができる。

## 【0047】

したがって揺動部が連結部材によって支持され大きく変位することができる。

**【0048】**

本実施の形態は、揺動部が支持部材に対して相対的に位置を変位するマイクロアクチュエータとして用いることができる。

**【0049】**

そのため例えば揺動部の面自体あるいは面にミラーを設けることで光を所定方向へ反射させることができる光偏向器として用いることができる。

**【0050】**

またそのような光偏向器による反射光を走査させることで投射型のディスプレイを提供することができるし、感光体に静電潜像を得て画像を形成することができる電子写真方式の画像形成装置にも用いることができる。

**【0051】**

またあるいは揺動部が支持部材に大して相対的に位置を変位することを利用して力学的センサより具体的には加速度センサとして用いることも出来る。

**【0052】**

また、トーションバーの断面形状を、連結部材の長手方向に幅が狭くすることで、ねじり剛性を低くして、許容ねじり角を大きくしたうえで、十分なたわみ剛性を確保することができる。これは、連結部材が、連結部材の長手方向のたわみ剛性を向上させるためである。

**【0053】**

なお本実施形態においてトーションバーの断面の短辺に対して長辺が10倍（先の長辺 $120\mu\text{m}$ 、短辺 $12\mu\text{m}$ の記載による）の形態を例示したが、長辺が短辺に対して5倍以上であってもよい。

**【0054】**

また本実施の形態においてマイクロ可動体は揺動部を共振駆動させることができる。共振周波数帯域として $14\text{KHz} \sim 25\text{KHz}$ を用いることができる。

**【0055】**

また1本のトーションバーのみでも十分なたわみ剛性を確保することができるため、2本必要なトーションバーを1本で済ますことができ、揺動部の一方に設けられるトーションバーを不要とすることもできるのでマイクロ可動体を小型化

することができる。これについては実施例2で具体例を挙げて説明する。

### 【0056】

(実施例1)

本実施例は本発明のマイクロ可動体に係る電磁型マイクロ光偏向器に関する。

### 【0057】

図1は、を説明するための模式的斜視図である。図2は、内部構造を説明するために、上記電磁型マイクロ光偏向器を分解して表示した図である。また、図3は、図1の切断線190における断面図を示している。

### 【0058】

下部基板110には、平面コイル142を取り出し電極114と116が設けられている。これらは例えばフォトリソグラフィ技術により形成しても良い。

### 【0059】

外枠109と、トーションバー102、104と、揺動部130は、シリコン単結晶基板から一体に形成されたものである。揺動部130の上面には、光の反射率の高い物質からなる反射膜131、他面には永久磁石132が接着されており、ミラー部135を形成している。ミラー部135は、トーションバー102、104により揺動自由に支持されている。連結部材122、124は、トーションバー102、104と、外枠109を連結している。連結部材122、124は、トーションバー102、104のたわみを拘束する働きをしている。

### 【0060】

そして、外枠109と下部基板110は、間にスペーサ119をはさんで結合されている。スペーサ119を設けることで揺動部130の変位角（揺動の傾き）を大きくすることが出来る。

### 【0061】

本実施例の電磁型マイクロ光偏向器の動作について、図3を用いて説明を行う。図3は、図1の切断線190における断面図を示している。

### 【0062】

永久磁石132は、図3 (a) に示す方向にあらかじめ着磁されている。薄膜コイル142に対して、図3 (b) に示す方向に電流を流すと、図中上方向に磁

界が生じる。すると、永久磁石132には、矢印に示した方向にトルクが作用し、ミラー部135は時計回りに揺動する。また、図3(c)に示す方向に電流を流すと、図中下方向に磁界が生じ、永久磁石132には矢印に示した方向にトルクが作用し、ミラー部135は反時計回りに揺動することになる。このように、薄膜コイル142に流す電流の向きを制御することで、ミラー部135を揺動させることができる。更に電流値を制御することで最大ねじり許容角度以内の範囲でねじり角を制御して揺動させることができる。

### 【0063】

上記電磁型マイクロ光偏向器の作成法について、図4を用いて、以下に詳しく述べる。図4において、(a)～(f)は図1の切断線191における断面を表し、(g)は、図1の切断線190における断面を表している。

1. シリコン単結晶薄板の表裏両面に、レジスト層160のパターンニングを行う(a)。
2. ICP-RIE(誘導結合プラズマ-反応性イオンエッティング)のような深堀エッティング法を用いて、上面(表面)より垂直エッティングを行う。エッティングは、基板の厚みの半分まで掘る(b)。
3. 上面のレジスト層160を除去する(c)。
4. ポリイミド層161を成膜し、所定の形状(具体的には帯状)にパターンニングを行う(d)。
5. ICP-RIE(誘導結合プラズマ-反応性イオンエッティング)のような深堀エッティング法を用いて、下面(裏面)より垂直エッティングを行う。エッティングは、基板を貫通するまで行う。その結果貫通孔領域におけるポリイミド層161の表裏面にはシリコン単結晶は設けられていない(e)。
6. 下面のレジスト層160を除去する(f)。
7. ミラー130を洗浄し、上面に光反射膜131を成膜し、下面に永久磁石132を接着する(g)。

### 【0064】

本実施例によれば、許容ねじり角を大きくしたり、ねじり剛性を低くしても、トーションバーのたわみ剛性を高くすることができるので、外部の振動の影響を

受けにくく、精度の高い運動ができる電磁型マイクロ光偏向器を提供できる。さらに、トーションバーを短くできるので、デバイス全体を小型化することができる。

### 【0065】

(実施例2)

本実施例は本発明のマイクロ可動体に係る静電型マイクロ光偏向器に関する。

### 【0066】

図5は、実施例2の静電型マイクロ光偏向器を説明するための模式的斜視図を示している。図6は、その内部構造を説明するために、上記マイクロ光偏向器を分解して表示した図である。図7は、その上部基板の上面図である。

### 【0067】

下部基板210は、ガラスでできており、上面にフォトリソグラフィ技術により、駆動電極204、206と取り出し電極214と216が形成されている。また、駆動電極204と取り出し電極214、駆動電極206と取り出し電極216は、それぞれ電気的に結合されている。

### 【0068】

外枠209と、トーションバー202と、揺動部230は、シリコン単結晶基板から一体に形成される。揺動部230の上面には、光の反射率の高い物質からなる反射膜231が蒸着されており、ミラー部235を形成している。ミラー部235は、トーションバー202により揺動自由に支持されている。連結部材222、224は、トーションバー202と、外枠209を連結している。連結部材222、224は、トーションバー202のたわみを拘束する働きをしている。

### 【0069】

そして、外枠209と下部基板210は、間にスペーサ219をはさんで結合されている。

### 【0070】

静電型マイクロ光偏向器の動作について、図8を用いて説明を行う。図8は、図5の切断線290における断面図を示している。揺動部230は、電気的に例

えば0Vになるように接地されている。図3 (a) に示すように、駆動電極204と206の電位を同じ電位(例えば0V)にすると、揺動部230には揺動させる力は働くかない。図3 (b) に示すように、駆動電極204に0、206にVの電位を与えると、揺動部230と駆動電極206の間に静電引力が作用し、ミラー部235は時計回りに揺動する。また、図3 (c) に示すように、駆動電極204にV、206に0の電位を与えると、揺動部230と駆動電極204の間に静電引力が作用し、ミラー部235は反時計回りに揺動する。このように、駆動電極204、206印加する電圧を制御することで、ミラー部235を揺動させることができる。電圧の極性は正負いずれでもよい。また駆動電極204、206の間には実質的に電位差が生じていれば良く揺動部230を駆動させることができる。

#### 【0071】

本実施例によれば許容ねじり角を大きくしたり、ねじり剛性を低くしても、トーションバーのたわみ剛性を高くすることができるので、外部の振動の影響を受けにくく、精度の高い運動ができる静電型マイクロ光偏向器を提供できる。さらに、トーションバー1本でも十分なたわみ剛性を確保することができるので、デバイス全体を小型化することができる。

#### 【0072】

(実施例3)

本実施例は本発明のマイクロ可動体に係る力学量センサに関する。

#### 【0073】

図9は、本発明の実施例3の力学量センサ、特に加速度センサを説明するための斜視図である。また、図10は、実施例3の加速度センサの内部構造を説明するために、上記加速度センサを分解して表示した図である。図11は、実施例3の加速度センサの上部基板の上面図である。

#### 【0074】

下部基板310は、ガラスでできており、上面にフォトリソグラフィ技術により、検出電極304が形成されている。

#### 【0075】

外枠309と、トーションバー302と、揺動部330と、突起部336は、シリコン単結晶基板から一体に形成される。揺動部330は、1本のトーションバー302により揺動自由に支持されている。本実施例のセンサにおいては感度を高めるためトーションバーは揺動部の中心には配置されていない。突起部336は外枠309には接続されていない。連結部材322は、突起部336と、外枠309を連結している。連結部材322は、突起部336の変位を拘束する働きをしている。またトーションバー302には連結部材322が設けられていない。

#### 【0076】

そして、外枠309と下部基板310は、間にスペーサ319をはさんで結合されている。揺動部330は、検出電極304と所定の間隔を保つように対向配置されており、電気的に接地されている。

#### 【0077】

図12を用いて、加速度センサの動作を説明する。図12（a）は、加速度が作用していない中立状態を示している。

#### 【0078】

図12（b）に示すように、図中上向きに加速度が作用すると、揺動部330に慣性力が作用し、揺動部330は、図中時計回りに回転変位する。また、図12（c）に示すように、図中上向きに加速度が作用すると、揺動部330に慣性力が作用し、揺動部330は、図中反時計回りに回転変位する。そして、揺動部330が回転変位すると、揺動部330と検出電極304との距離が変化するため、揺動部330と検出電極304の間の静電容量が変化する。そのため、検出電極304と揺動部330の間の静電容量を検出することで、加速度を検出することができる。

#### 【0079】

また逆に、検出電極304と揺動部330の間に電圧を印加すると、検出電極304と揺動部330の間に作用し、揺動部330は図中時計回りに揺動する。つまり、本実施例の加速度センサは、静電アクチュエータとしても使用することができる。

**【0080】**

本実施例によれば、揺動時に可動部がねじりの軸に垂直な方向に振動しにくくなるため、ノイズの少ない力学量センサを提供することができる。また、ねじり剛性を低くしても、たわみ剛性を高くできるので、感度が高く、ノイズの少ない加速度センサを提供することができる。

**【0081】**

また、揺動時に可動部がねじりの軸に垂直な方向に振動しにくいため、動きの精度が高いマイクロアクチュエータである加速度センサを提供することができる。

**【0082】**

また、ねじり剛性を低くしても、たわみ剛性を高くできるので、変位が大きく、動きの精度が高いマイクロアクチュエータである加速度センサを提供することができる。

**【0083】**

以上各実施例で説明した外枠とトーションバーと揺動部からなるそれぞれの形態は、アクチュエータとして、あるいは光偏向器として、あるいは力学量センサとして適用してよい。またアクチュエータや光偏向器として用いる場合、揺動部を揺動させるための力を発生させる手段としては電磁力あるいは静電力のいずれを用いても良い。また力学量センサとして用いる場合は、そのような力を発生させるための手段を用いなくても良いし、必要であれば用いても良い。

**【0084】**

またトーションバーが1本のみの場合は揺動部を揺動させる目的次第で揺動部の中心に配置しなくても良い。例えば実施例2における外枠とトーションバーと揺動部からなる形態において必ずしもトーションバーは揺動部の中心になければならないわけではない。

**【0085】**

また例えば実施例3における外枠とトーションバーと揺動部からなる形態において必ずしもトーションバーは揺動部の中心からずれた位置になければならないわけではない。

**【0086】**

(実施例4)

本実施例は本発明のマイクロ可動体を画像形成装置用いた例に関する。画像形成装置として、投射型のディスプレイと、電子写真方式による画像形成装置とを挙げて説明する。

**【0087】**

図13は、実施例4の投射型のディスプレイの1つである光走査型ディスプレイ装置を説明する図である。X（水平）光偏向器401とY（垂直）光偏向器402は、実施例1の光偏向器と同様のものである。コントローラ409は、X光偏向器401、Y光偏向器402を制御して、レーザ光線410をラスター状に走査し、表示する情報に応じてレーザ発振器405を変調することで、画像を表示したい場所としてスクリーン407上に2次元画像を表示する。

**【0088】**

特にX（水平）方向へ光を偏向走査させる光偏向器に本発明のマイクロ可動体をもちいることが好ましい。というのも水平方向の走査は高速走査が求められるからである。マイクロ可動体は共振運動するタイプであることが好ましい。一方Y（垂直）方向へ光を偏向走査させる光偏向器に本発明のマイクロ可動体を用いてもよいが、こちらの光偏向器は必ずしも高速走査を求める必要がない場合は、本発明のマイクロ可動体の代わりにステッピングモータ等の駆動により光偏向する光偏向器を用いてもよい。

**【0089】**

このようにミラーを有するマイクロ可動体を有する光走査型ディスプレイに適用することで、外部の振動があっても、画像のぶれが少ない光走査型ディスプレイを提供することができる。したがって画像形成装置を持ち運びながら画像を表示しても画像のぶれをおさえることができる。

**【0090】**

また、トーションバーを短くできるので、光偏向器を小型にすることができる、ディスプレイ装置全体を小型化することができる。

**【0091】**

ディスプレイのような画像形成装置のほかに、反射光を水平走査し、円筒状の感光体ドラムへ照射し、感光体ドラムが回転するかあるいは反射光をドラム周方向へ移動させるか少なくとも何れか一方を行うことで感光体ドラムに2次元潜像を作らせる電子写真方式の画像形成装置にもマイクロ可動体を用いること出来る。

### 【0092】

#### 【発明の効果】

本発明によれば、トーションバーに交差する方向に配置される連結部材によって可動板を支持部材で支持することができるので、たわみを減らすことができる。またトーションバーの断面形状を長方形にすれば更に許容ねじり角を大きくすることが出来る変位角の大きなマイクロ可動体を提供できる。

### 【0093】

あるいは本発明は、トーションバーのたわみ剛性を高くさせることでねじり以外の運動による軸ぶれ等を軽減させ、かつ、許容ねじり角を大きくすることで変位角が大きくなるマイクロ可動板を提供することができる。

### 【0094】

また外部の振動の影響による軸ぶれに因る画像の乱れを防ぐことが出来る画像形成装置を提供できる。

### 【0095】

また、落下等のショックに対して壊れにくいマイクロ可動板を提供できる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

実施例1の光偏向器の構成を説明するための斜視図である。

##### 【図2】

実施例1の光偏向器の構成を説明するための分解図である。

##### 【図3】

実施例1の光偏向器の動作を説明するための断面図である。

##### 【図4】

実施例1の光偏向器の作成方法を説明するための断面図である。



## 【図19】

光偏向器を説明するための断面図である。

## 【図20】

光偏向器を説明するための斜視図である。

## 【図21】

光偏向器の動作を説明するための断面図である。

## 【図22】

光偏向器の動作方向を説明するための断面図である。

## 【符号の説明】

102、104、202、302 トーションバー

204、206 駆動電極

304 検出電極

109、209、309 外枠

110、210、310 下部基板

114、116、214、216 取り出し電極

119、219、319 スペーサ

122、124、222、224、322 連結部材

130、230、330 揺動部

131、231 反射膜

132 永久磁石

135、235 ミラー部

336 突起部

142 平面コイル

190、191、290 切断線

401 X光偏向器

402 Y光偏向器

409 コントローラ

410 レーザ光線

405 レーザ発振器

407 スクリーン

1003、1006 切断線

1010 絶縁性基板

1014、1016 駆動電極

1020 シリコン薄板

1022、1024、2001、2002 トーションバー

1030、2011 ミラー

1032 ミラー支持部

3010 走査ミラー

3011 ガラス板

3012 鏡面部

3013 永久磁石

3014 トーションバー

3015 駆動軸

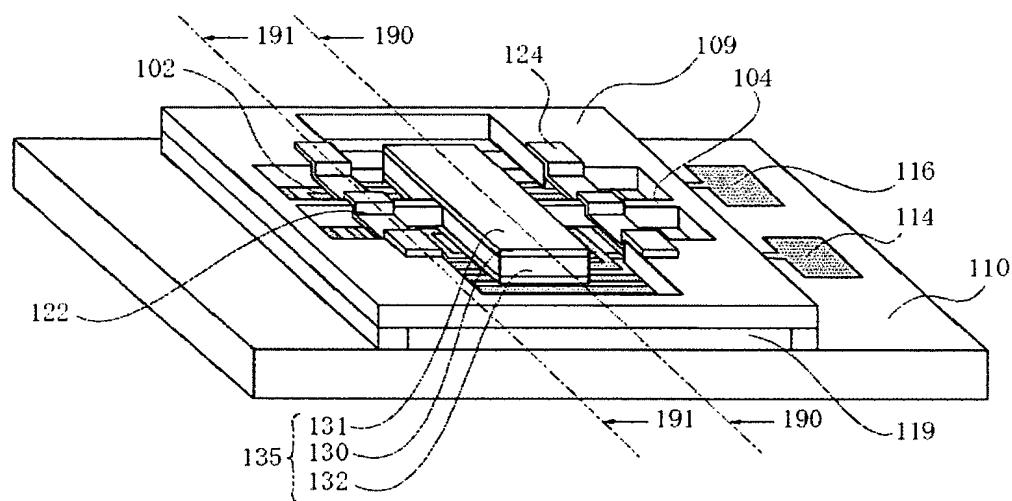
3020 磁気発生部

3021 コイル

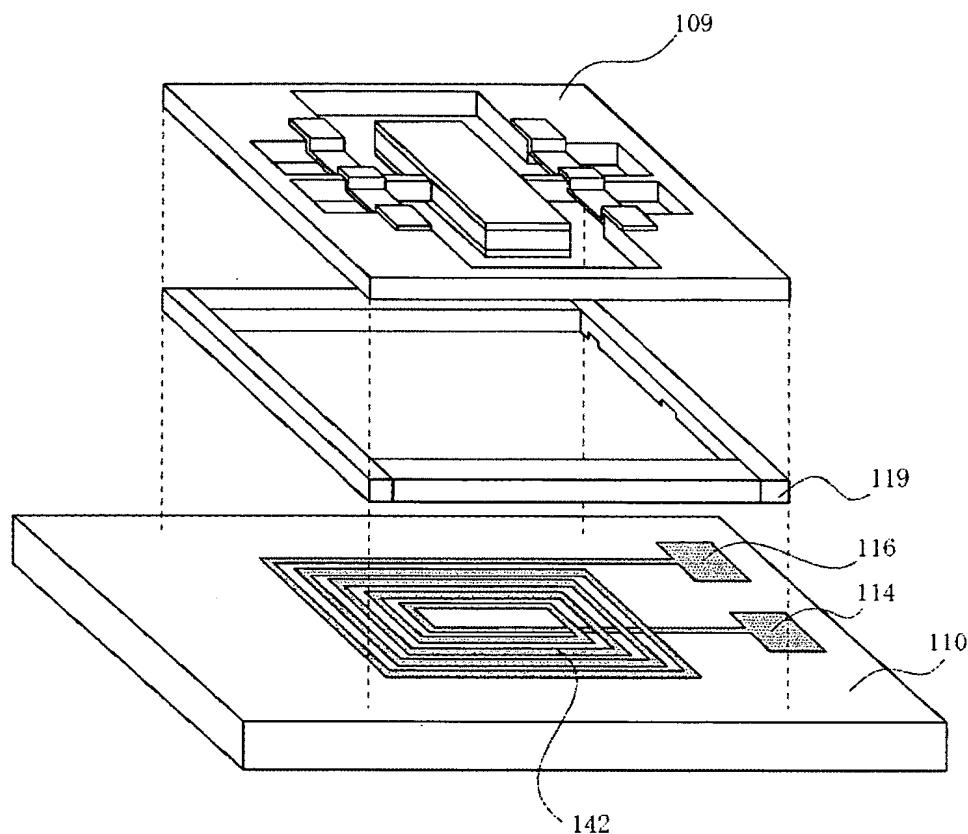
3022 コイル枠

【書類名】 図面

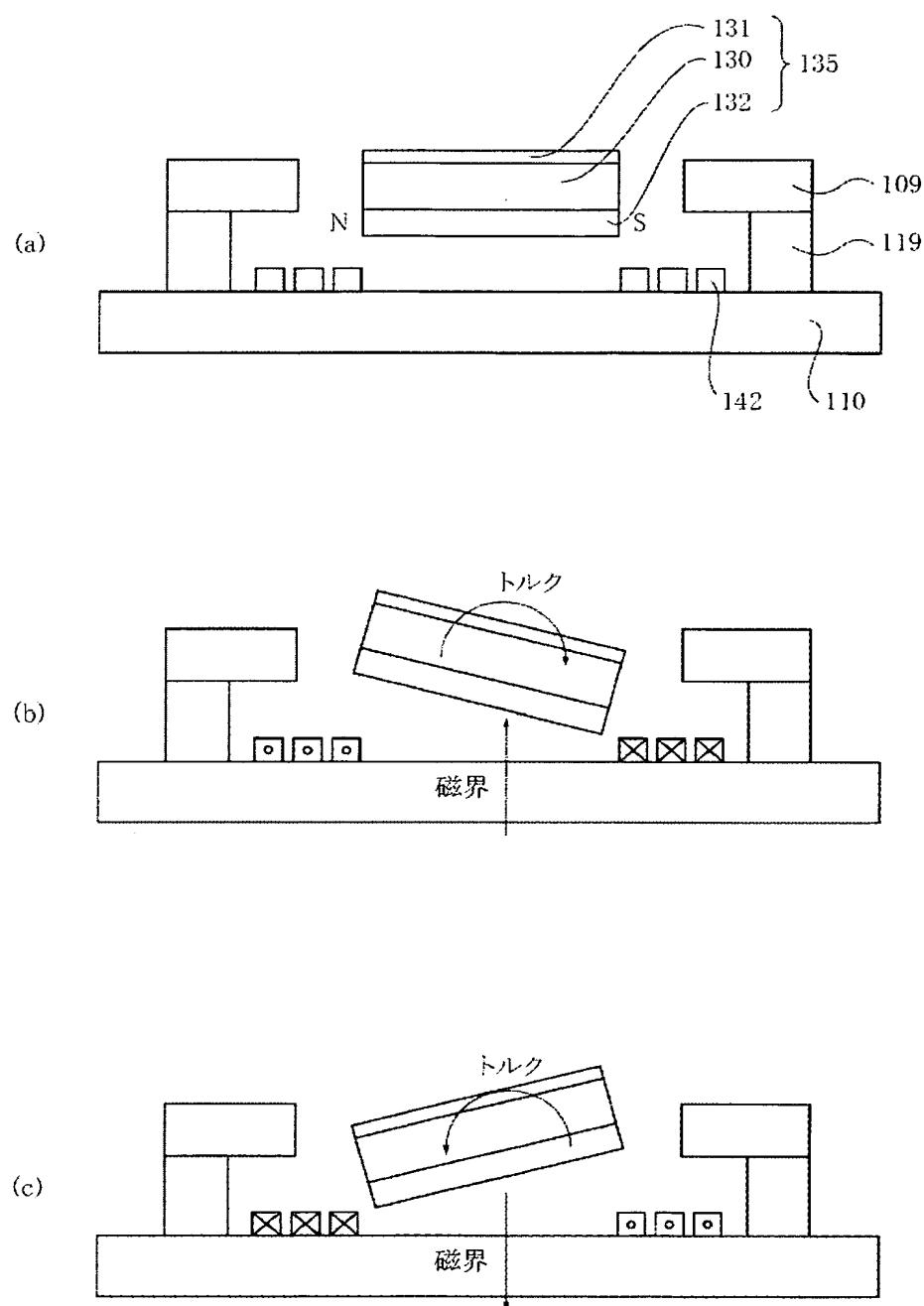
【図1】



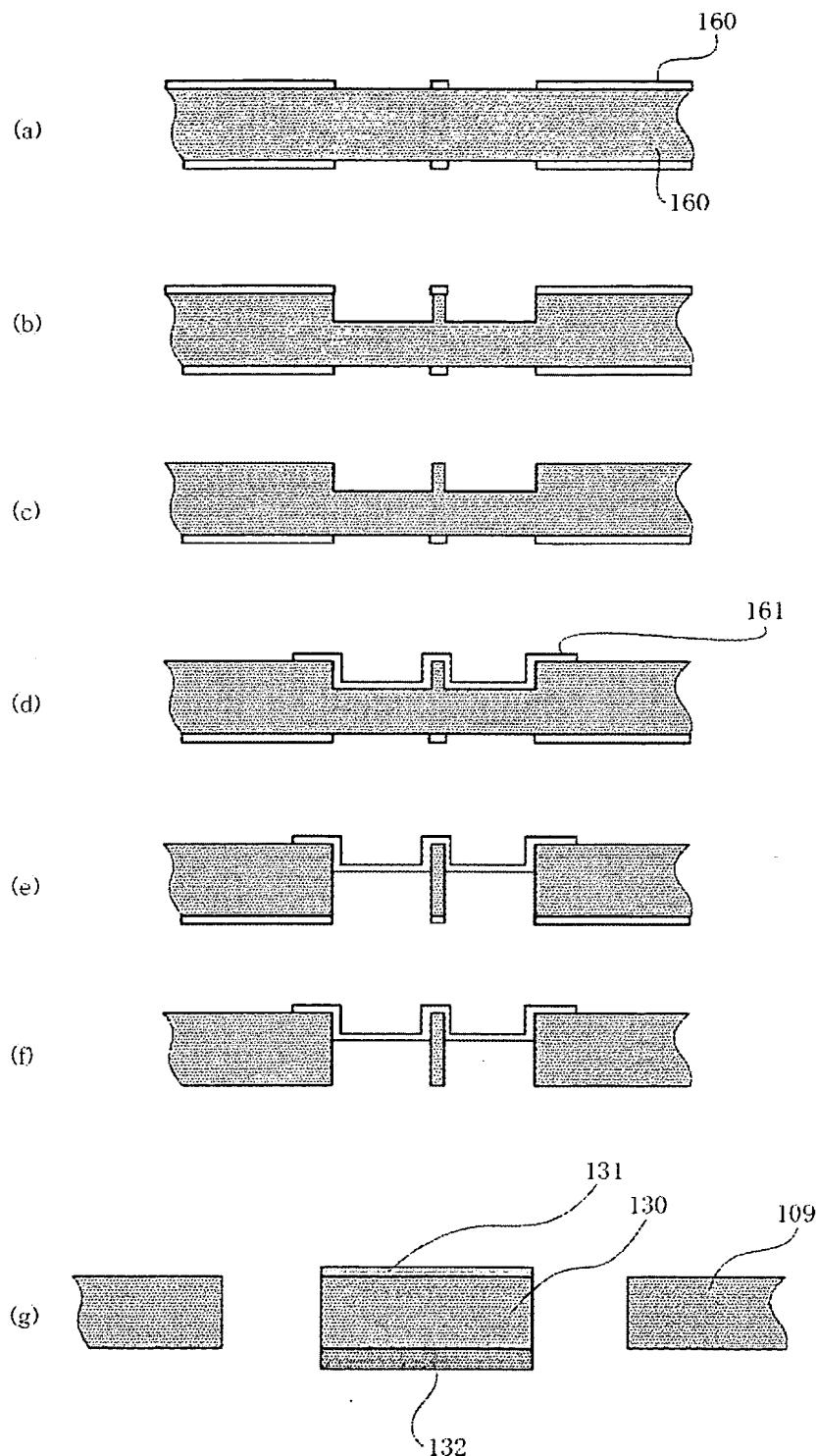
【図2】



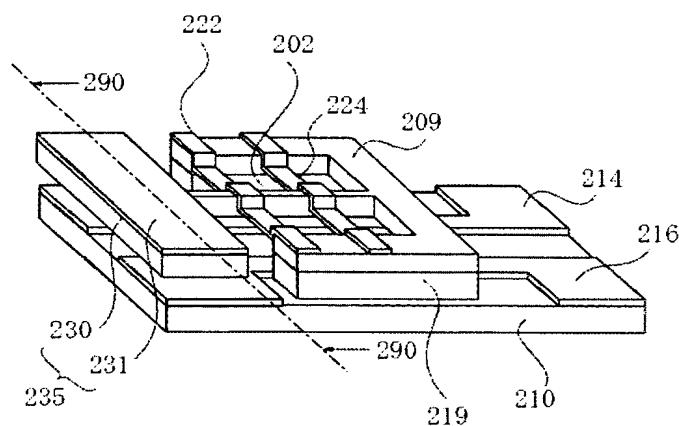
【図 3】



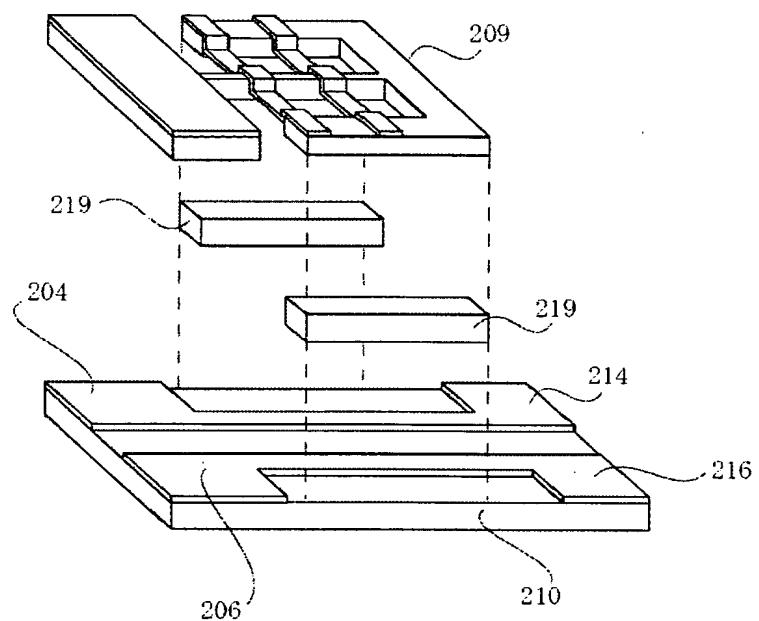
【図4】



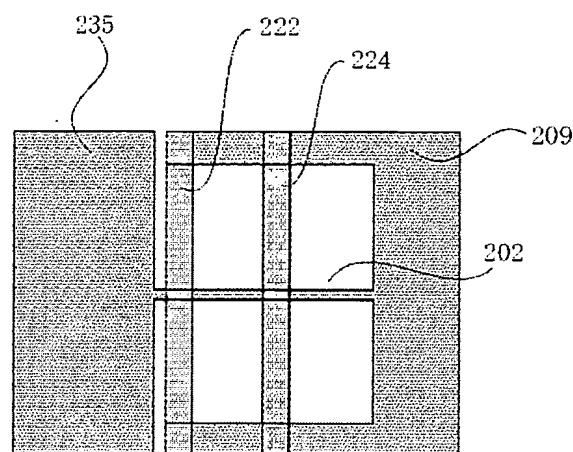
【図 5】



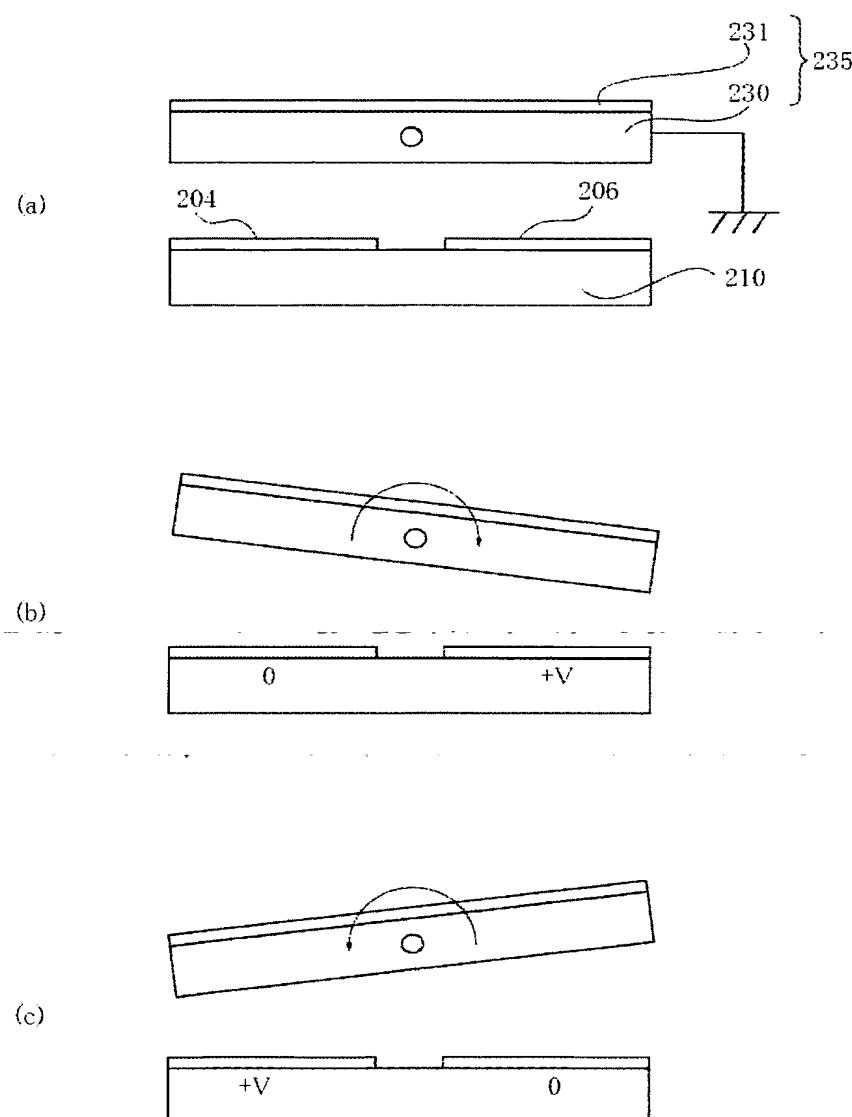
【図6】



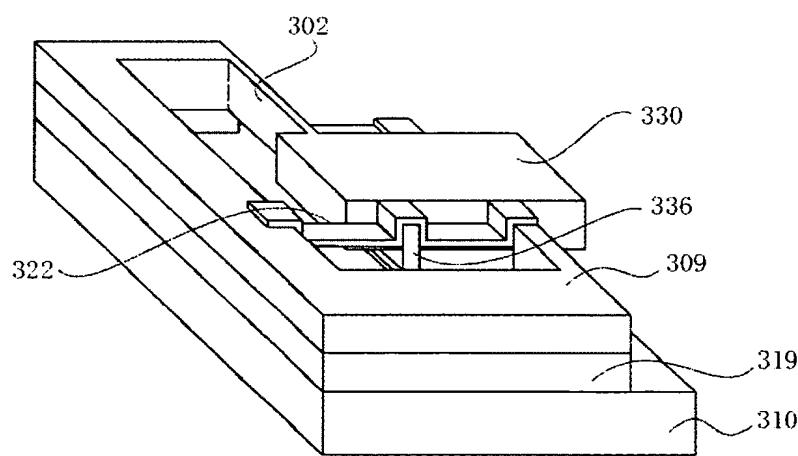
【図 7】



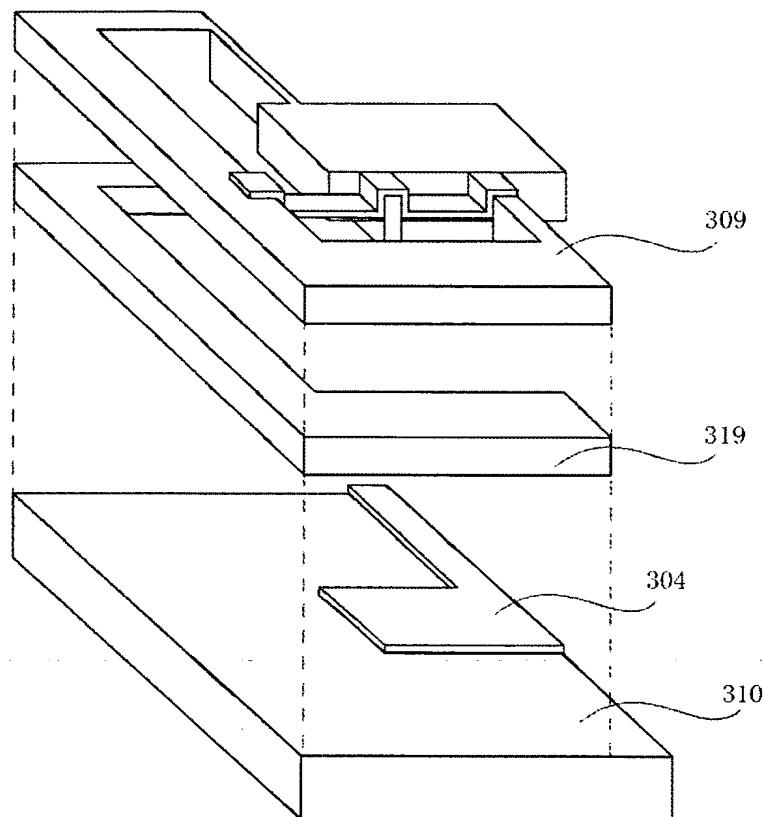
【図8】



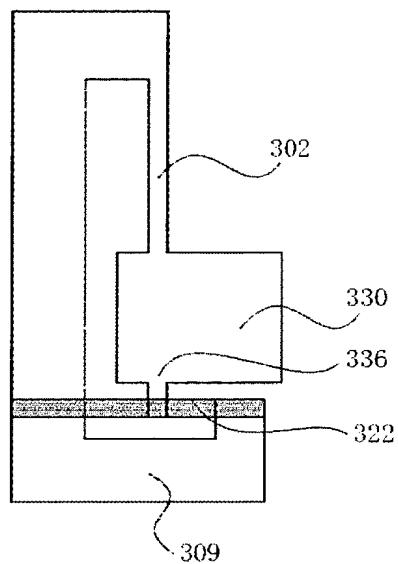
【図9】



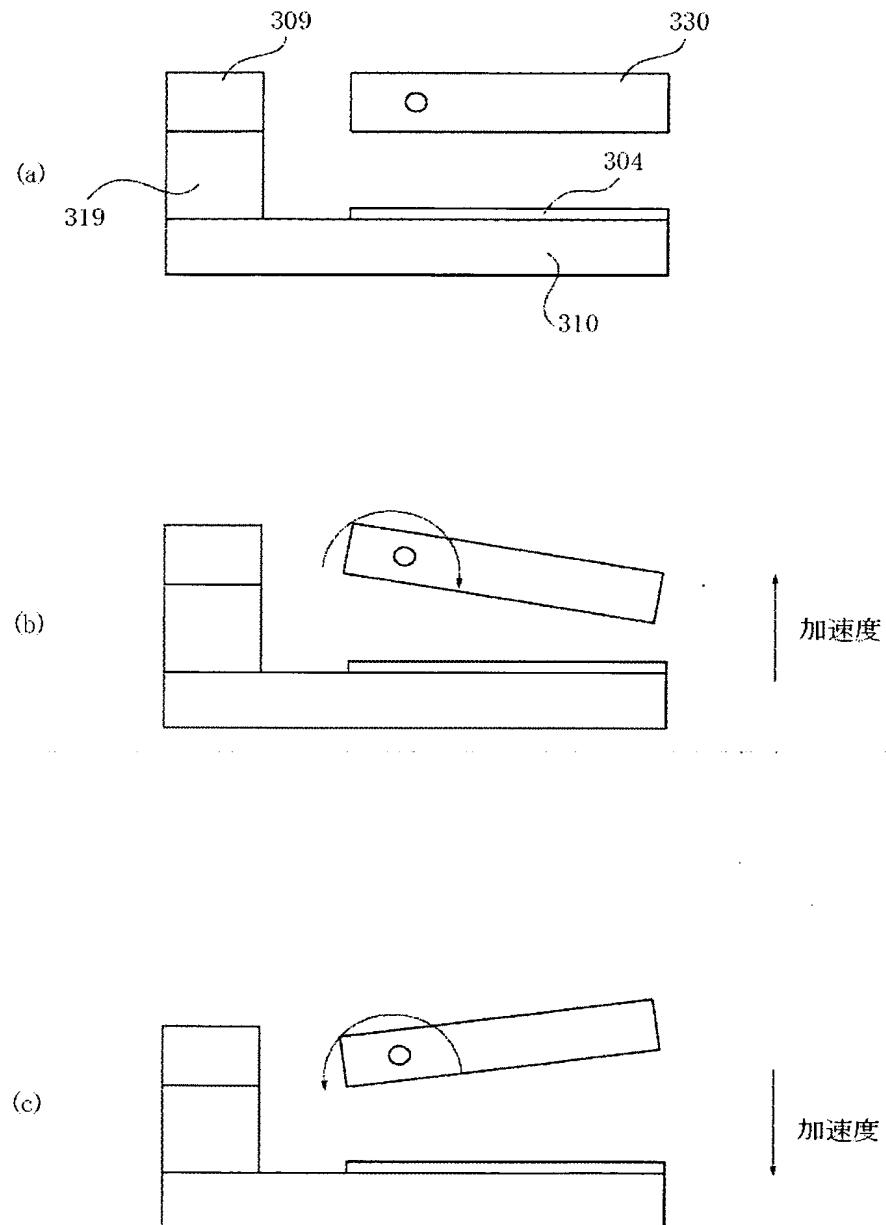
【図10】



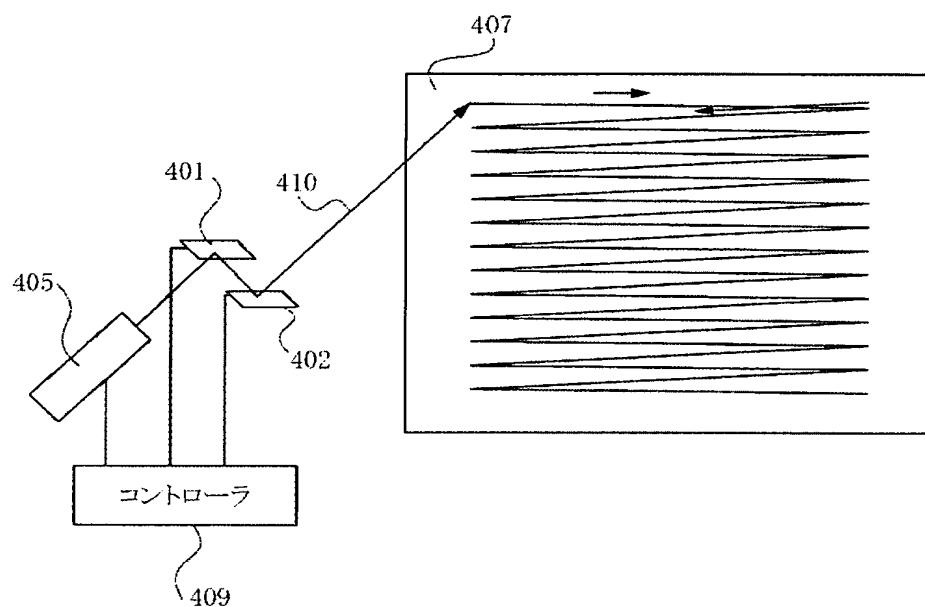
【図11】



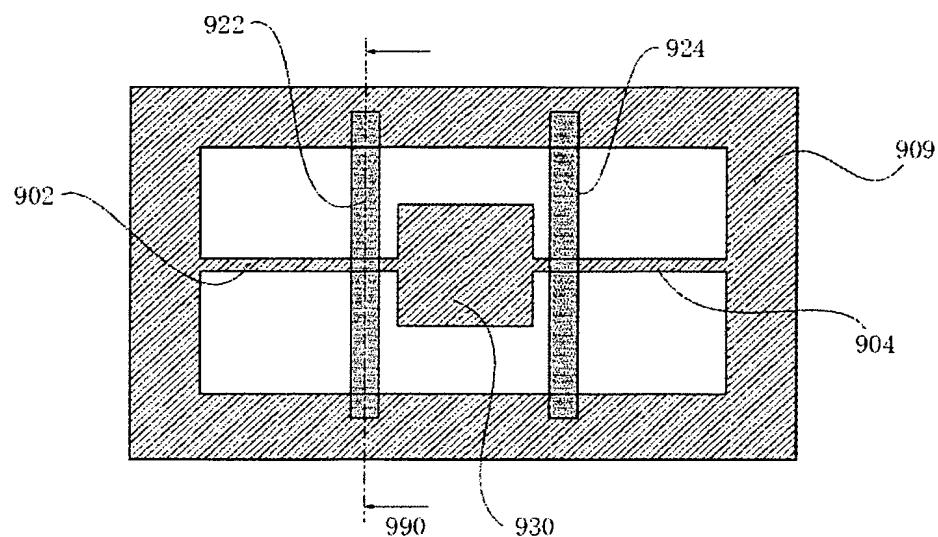
【図12】



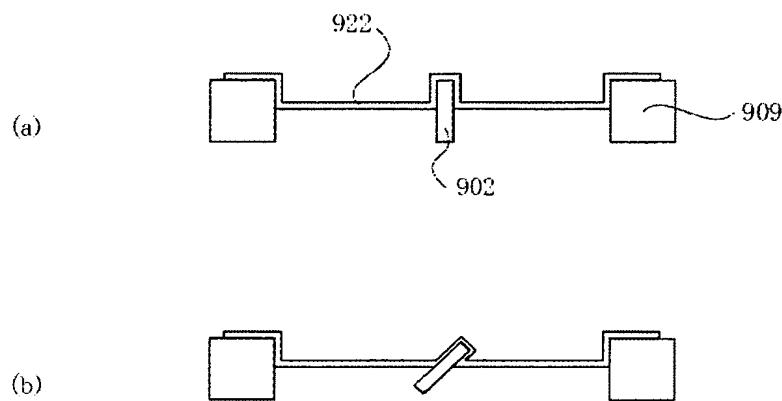
【図13】



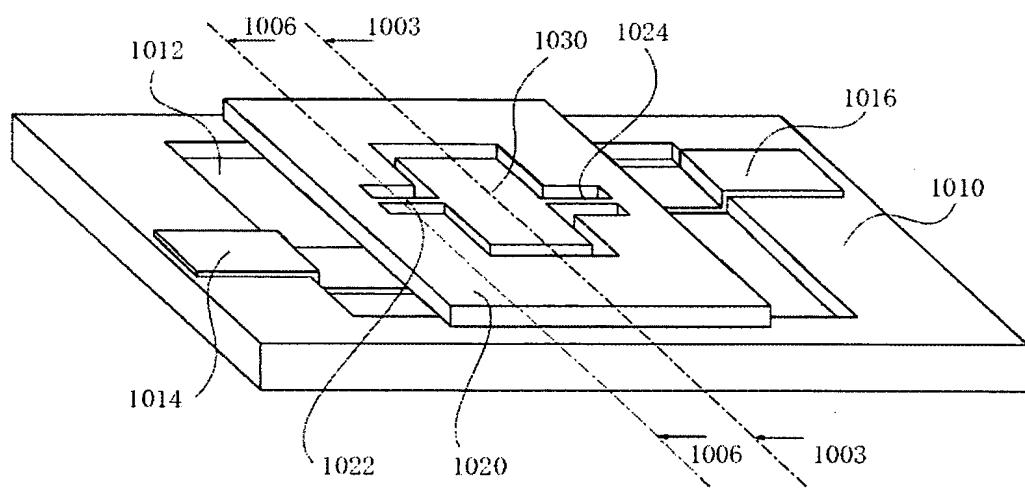
【図14】



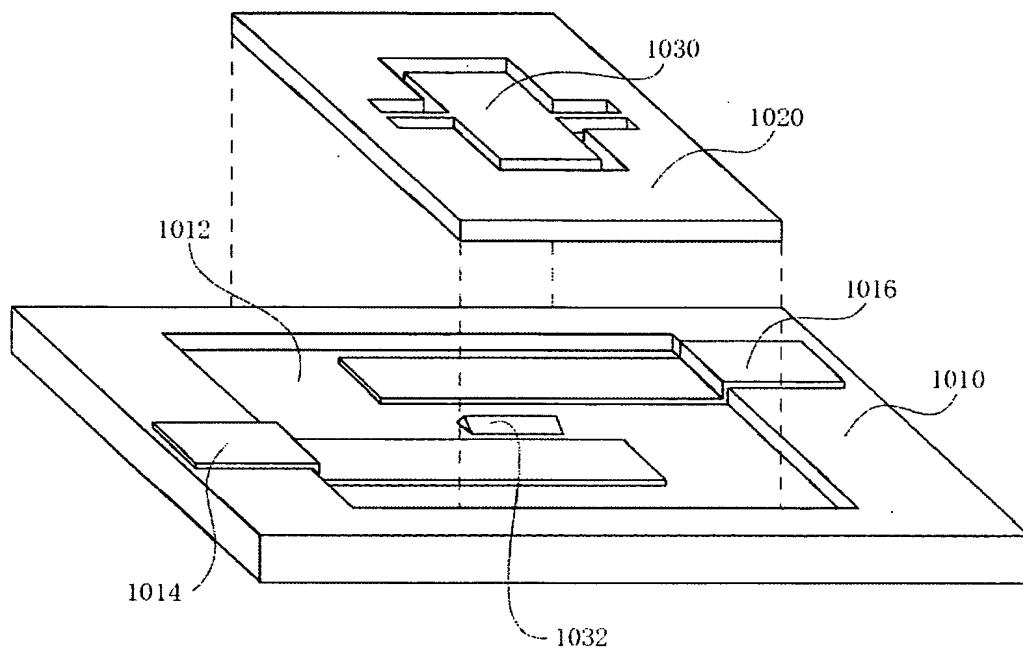
【図15】



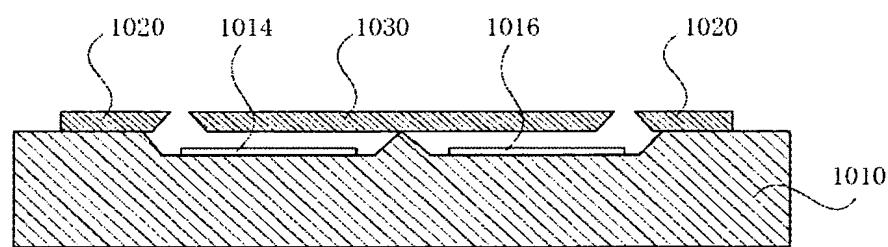
【図16】



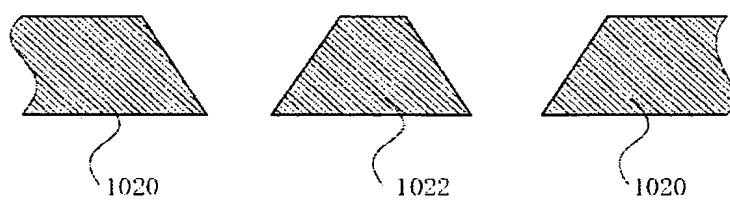
【図17】



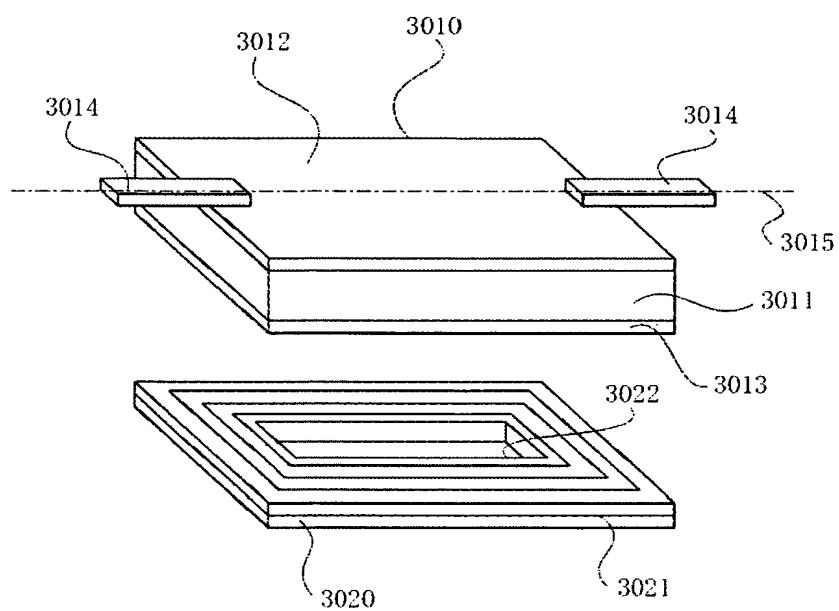
【図18】



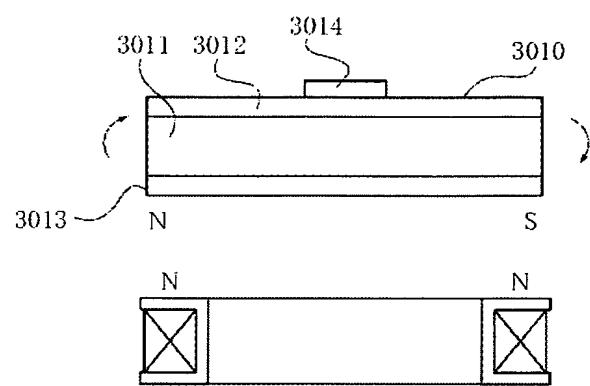
【図19】



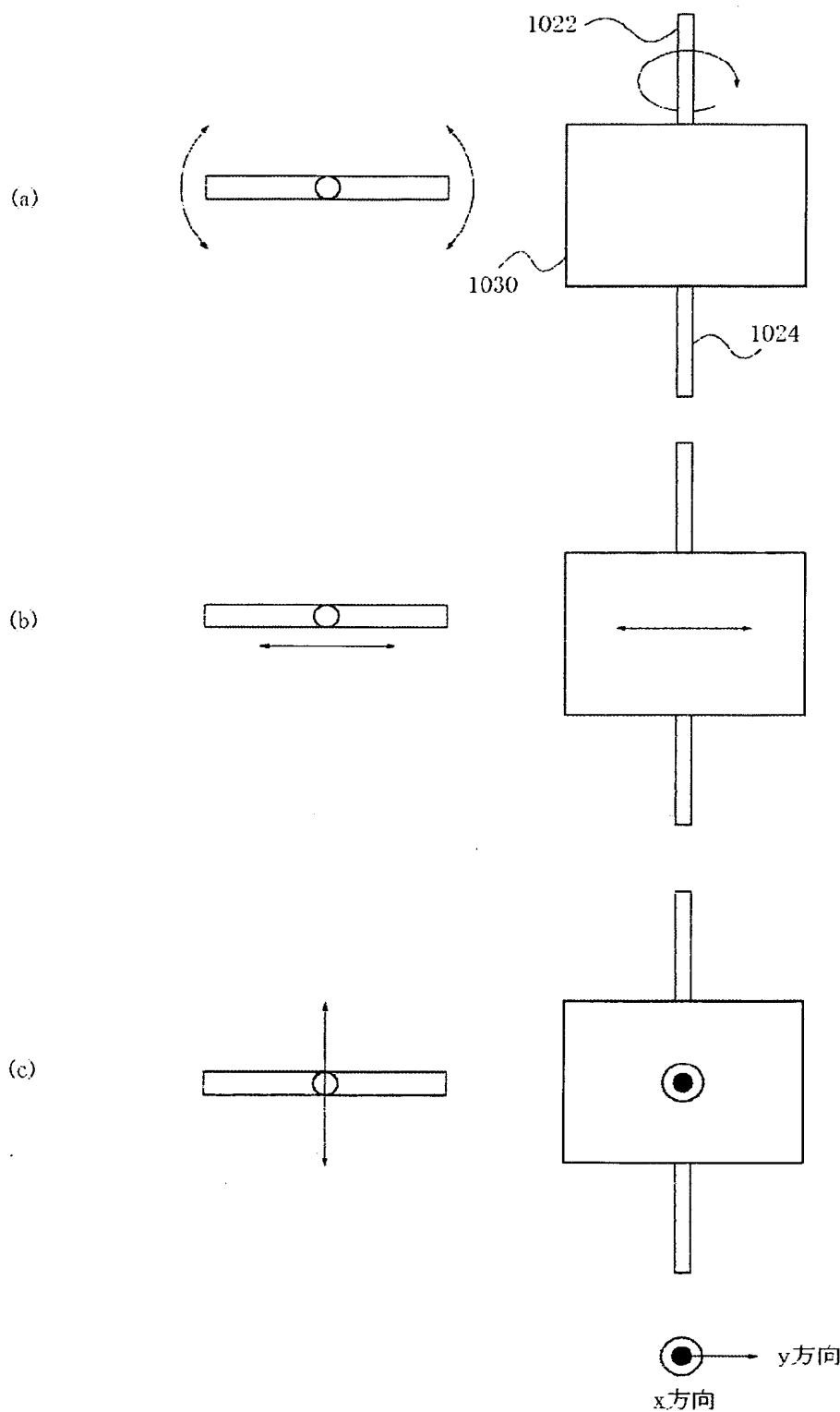
【図20】



【図21】



【図22】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 たわみを減らして許容ねじり角を大きくすることが出来るマイクロ可動体を提供する。

【解決手段】 トーションバーに交差する方向に配置される連結部材によって可動板を支持部材で支持するマイクロ可動体を提供する。

【選択図】 図1

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願2003-195728
受付番号	50301153992
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成15年 7月16日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

## 【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

## 【代理人】

【識別番号】 100090538

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン  
株式会社内

【氏名又は名称】 西山 恵三

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100096965

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン  
株式会社内

【氏名又は名称】 内尾 裕一

特願2003-195728

出願人履歴情報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
氏 名 キヤノン株式会社